# INTERPRÉTATION DES STATISTIQUES DE CHASSE DE L'ORIGNAL

par
Michel Crête et Claude Dussault

Mars 1986

Québec

Direction de la faune terrestre

# INTERPRETATION DES STATISTIQUES DE CHASSE DE L'ORIGNAL

par

Michel Crête et Claude Dussault

Direction générale de la faune

Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche

Québec

Mars 1986

Dépôt Légal
Bibliothèque nationale du Québec
2e trimestre 1986
ISBN: 2-550-16108-4

## RÉSUMÉ

En mettant en relation, d'une part, les estimations de densité (orignaux/$km^2$) obtenues pour 32 inventaires aériens et, d'autre part, les statistiques de chasse et de l'activité des chasseurs, on a trouvé une relation inverse significative entre la densité et l'effort de chasse (nombre de jours-chasseur/orignal tué). Une relation positive existait aussi entre la densité et la récolte d'orignaux/10 $km^2$. D'autre part, une relation positive fut observée entre le nombre de faons/100 femelles calculé pour 11 inventaires aériens réalisés en hélicoptère et le nombre de faons/100 femelles dans la récolte. Cette dernière variable était par ailleurs en relation positive avec le pourcentage des un-an dans la récolte et le taux de lactation; la relation était négative avec l'âge moyen des femelles. Ainsi des indices de densité et de productivité sont disponibles pour poser un diagnostic sur l'exploitation de l'orignal à partir des statistiques de chasse et de l'activité des chasseurs.

## INTRODUCTION

Au Québec, la gestion de l'orignal (Alces alces) s'appuie sur les concepts de capacité de support (K) et de récolte soutenue maximale (RSM). Ces concepts, découlant de la courbe logistique de croissance démographique des populations animales, sont connus depuis plusieurs décennies en écologie. Toutefois, leur utilisation pour la gestion d'ongulés est récente (Caughley 1976) et le Québec constitue l'une des rares administrations à gérer ouvertement l'orignal en fonction des notions de K et RSM (Anonyme 1985).

La courbe logistique prédit qu'une population animale colonisant un territoire vierge s'accroîtra de façon sigmoïde pour finalement se stabiliser au niveau de densité K, la capacité de support du milieu (figure 1A). Quand une population animale atteint K, mortalité et natalité s'égalent de sorte que le nombre d'individus demeure stable. Par contre, pendant la phase de croissance d'une population colonisatrice, il y a un surplus de naissances par rapport aux décès, de sorte que les effectifs s'accroissent d'année en année. Si, à ce moment, l'homme prélève un nombre d'individus égal à ce surplus de naissances, la population demeurera stable et l'on parlera de récolte soutenue. La courbe logistique prédit qu'il existe un seul niveau de densité (X) qui permet de maximiser la récolte soutenue, soit $X_{rms}$ (Figure 1B). Ce niveau se situe à 50% du niveau observé à K. Pour l'orignal, Crête et al. (1981a) ont suggéré que $X_{rsm}$ se situerait plutôt à 0,6 K.

Si une population animale peut subir une récolte annuelle, c'est qu'il existe des mécanismes compensatoires entre les mortalités naturelles (prédation, accidents, maladies, etc.) et les prélèvements par l'homme. Ainsi, à K, tous les décès sont attribuables à des facteurs naturels alors que, pour une population exploitée et stable à une densité voisine de 0, la majorité de la mortalité est causée par l'homme.

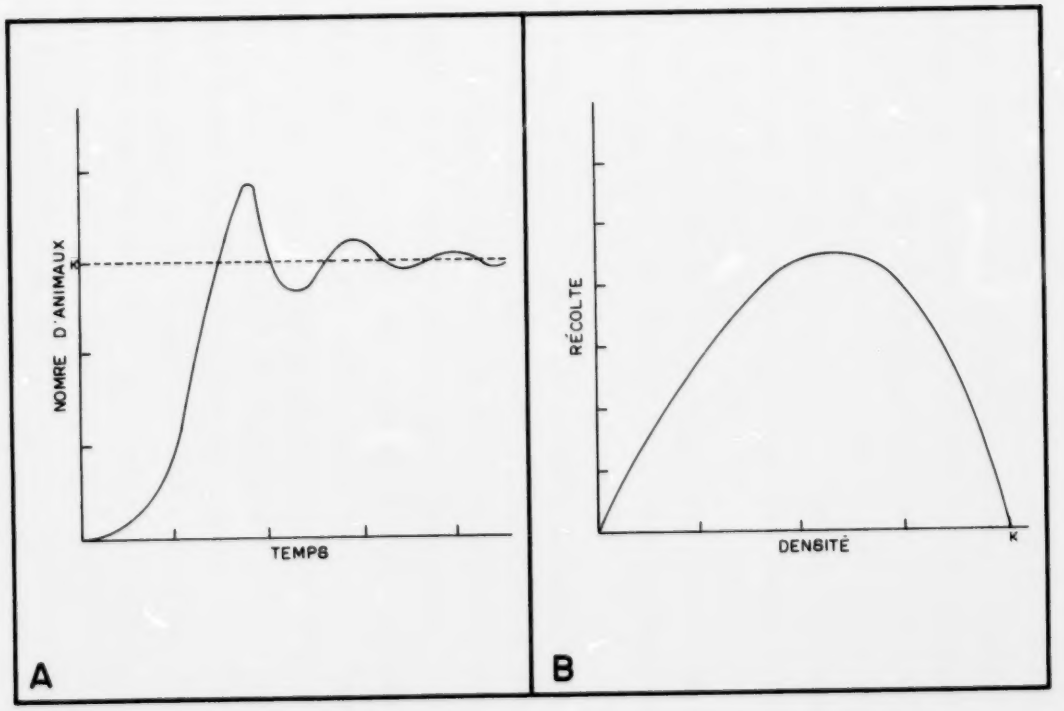


Figure 1. Représentation schématique A) de l'évolution numérique d'une population de grands herbivores colonisant un nouveau territoire, où K représente la capacité de support du milieu et B) de la récolte soutenue prenable suivant la densité de l'espèce en fonction de K.

K constitue un point d'équilibre stable pour une population animale. Ainsi, toute population dont la densité est réduite par une cause quelconque tendra à revenir à K. La notion de $X_{rsm}$ ne s'applique donc pas uniquement aux populations colonisatrices, mais aussi aux populations établies.

Le modèle de croissance logistique prédit qu'une population inexploitée, dont la densité se situe à K, verra ses effectifs diminuer lorsqu'elle devient chassée pour se stabiliser à un niveau plus bas. De même, une population exploitée mais stable verra sa densité décroître davantage si la pression de chasse augmente soudainement. La gestion de la faune consiste donc à contrôler les prélèvements par l'homme pour que la densité se stabilise à $X_{rsm}$, du moins là où l'on veut maximiser les récoltes. Si la densité est inférieure à $X_{rsm}$, il faut donc diminuer les prélèvements par l'homme, alors que l'inverse est vrai si la densité est supérieure à ce niveau.

La nature est certes souvent imprévisible et le modèle logistique est trop simple pour permettre de prédire le comportement exact de populations animales. Cependant, les populations d'orignaux du Québec montrent suffisamment de résistance aux facteurs aléatoires de l'environnement pour que les concepts de K et $X_{rsm}$ soient utiles comme première approximation. Les efforts de recherche du Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche (MLCP), concernant l'orignal, se concentrent actuellement sur la détermination de K et, par conséquent, de $X_{rsm}$. On a maintenant la certitude que K égale au moins 20 orignaux /10 $km^2$ au sud du St-Laurent et que cette valeur pourrait être semblable sur la rive nord, sans l'action combinée du loup (Canis lupus) et de l'ours noir (Ursus americanus). Il semble en effet que ces deux prédateurs de l'orignal bloquent les populations à 4-5 individus par 10 $km^2$ en l'absence de chasse (Anonyme 1985; Crête 1986). L'objectif de gestion de l'orignal serait donc de maintenir environ 10 orignaux par 10 $km^2$ d'habitat favorable sur la rive sud, et soit 2 ou 10 animaux par 10 $km^2$ sur la rive nord, dépendant de la véracité ou non de l'hypothèse du blocage par les prédateurs.

L'orignal est un gibier très populaire au Québec et le nombre d'adeptes de cette chasse ne cesse de croître: plus de 140 000 permis vendus en 1984 (Roy 1985a). Le Québec est l'administration nord-américaine qui connait la plus forte pression de chasse de l'orignal (Crête 1985). Les gestionnaires de cette ressource doivent donc s'assurer du maintien de conditions telles que la productivité des populations d'orignaux soit maximale. Crête et al. (1981), pour le Québec, et Babcock et al. (1982), pour l'Utah, ont suggéré qu'un déséquilibre du rapport des sexes pouvait entraîner une diminution de productivité, les mâles trop peu nombreux pendant le rut ne fertilisant pas toutes les femelles. Il a été recommandé, pour le Québec, de conserver après la chasse 40% de mâles chez les orignaux autres que les faons.

Les gestionnaires de l'orignal sont donc particulièrement intéressés à suivre l'évolution de deux statistiques concernant les populations d'orignaux, soit la densité (nombre d'individus/10 $km^2$) et la productivité (nombre de faons/100 femelles). Ces deux variables sont estimées directement lors d'inventaires aériens. Malheureusement les inventaires aériens sont coûteux, de sorte qu'au mieux quelques zones de chasse sont couvertes annuellement. Par contre, des statistiques annuelles complètes concernant la composition et la taille des prélèvements par la chasse sportive sont disponibles pour chaque zone de chasse. Le but de la présente analyse est d'identifier des indices de la densité et de la productivité en mettant en relation les données d'inventaires aériens et les statistiques de chasse.

## MÉTHODE

L'estimation de la densité provient de 32 inventaires aériens de zones de chasse (Annexe 1). De ce nombre, 11 furent effectués en hélicoptère entre 1976 et 1985 (Crête 1976; Brassard 1978, 1979; Lachapelle 1980; Lachapelle et Brassard 1983; St-Hilaire 1983; Jean 1984; Bertrand 1985; Goudreault et Lizotte 1985; Lachapelle, comm. pers.). Lors de ces inventaires, un premier survol avait d'abord lieu en avion pour délimiter les réseaux de pistes d'orignaux; un hélicoptère suivait pour le dénombrement des animaux associés à chaque réseau (Crête et St-Hilaire 1979). D'autre part, 21 inventaires ont été réalisés en avion seulement (Crête et Joly 1981b). A partir du nombre d'orignaux vus à bord de l'avion et de la superficie des réseaux de pistes, le nombre d'orignaux qui auraient été trouvés en hélicoptère a été prédit à l'aide de régressions linéraires (Crête et al. 1986). Dans tous les cas, les densités ont été corrigées pour tenir compte du taux de visibilité qui fut estimé à 0,73 (Crête et al. 1986).

La productivité fut mesurée lors des inventaires aériens en hélicoptère. Elle fut exprimée en nombre de faons/100 femelles suivant la formule:

$$\frac{\text{Faons dénombrés}}{\text{Femelles} \geq 1 \text{ an dénombrées}} \times 100.$$

De la même façon, le pourcentage de mâles dans la population fut estimé selon la méthode suivante:

$$\frac{\text{Mâles} \geq 1 \text{ an dénombrés}}{\text{Mâles et femelles} \geq 1 \text{ an dénombrés}} \times 100.$$

Le taux d'exploitation correspond au rapport entre les animaux prélevés par la chasse et les effectifs estimés avant la saison. Les résultats d'inventaires aériens ont fourni une estimation de la densité au début de l'hiver. La densité au début de la saison de chasse a été estimée en additionnant cette valeur à la récolte par 10 $km^2$.

Le taux d'exploitation correspond donc à:

$$\frac{\text{Récolte/10 km}^2}{(\text{Récolte/10 km}^2 + \text{Densité/10 km}^2)} \times 100.$$

Toutes les statistiques du tableau de chasse ont été calculées annuellement par zone à partir des données du programme "Fiche du gros gibier" recueillies entre 1973 et 1985 (Gauthier et Roy 1981; Roy 1984; Roy 1985b). Les variables furent calculées selon Gauthier et Roy (1981). Ces variables étaient:

a) Pourcentage des mâles dans la récolte:

$$\frac{♂A}{♂A + ♀A} \times 100$$

où A désigne les orignaux 6 mois;

b) Pourcentage des un-an dans la récolte:

$$\frac{Y}{A} \times 100$$

où Y et A représentent respectivement le nombre d'un-an et le nombre d'orignaux > 6 mois dans l'échantillon d'âge connu;

c) Faons par 100 femelles dans la récolte:

$$\frac{FR}{♀R} \times 100$$

où FR et ♀R constituent respectivement le nombre de faons et de femelles ≥ 2,5 ans dans la récolte. Pour estimer R, le nombre total de femelles rapportées par les chasseurs fut diminué du nombre de femelles d'un an récoltées, nombre estimé à l'aide de l'échantillon des femelles dont l'âge était connu;

d) Pourcentage des femelles en lactation dans la récolte:

$$\frac{♀L}{♀R} \times 100$$

où ♀L représente le nombre de femelles rapportées en lactation par les chasseurs; on suppose que toutes les femelles qui allaitent sont vieilles de ≥ 2,5 ans.

e) Age moyen des mâles et des femelles dans la récolte:

$$\frac{\text{âges des A}}{\sum n}$$

où n est le nombre de mâles ou de femelles dont l'âge fut déterminé en exluant les faons. Finalement, l'activité des chasseurs a été estimée par zone de chasse à l'aide de sondages postaux (Pelletier et Therrien 1977, 1978; Lacasse et Pelletier 1979; Statbec 1984; IQCP 1985). Les deux variables retenues furent l'effort et la pression de chasse:

f) Effort de chasse:

$$\frac{\text{Nombre de jours-chasseur.}}{\text{Nombre d'orignaux abattus}}$$

g) Pression de chasse:

$$\frac{\text{Nombre total de jours de chasse}}{\text{Superficie de la zone (km}^2\text{)}} \times 10.$$

L'analyse de régression a servi pour le traitement statistique. Une première série d'analyses consistait à rechercher des indices de la densité, de la productivité et du taux d'exploitation en mettant en relation, d'une part,

les données d'inventaires aériens et, d'autre part, les statistiques de chasse et les données d'enquêtes postales. Dans un deuxième temps, les statistiques du tableau de chasse ont été mises en relation entre elles, [illegible] la grande taille de l'échantillon qui permettait de déceler des relations moins prononcées. Pour juger de la valeur des régressions, le test t de Student a d'abord été utilisé afin de déterminer si la pente différait significativement de 0. De plus le coefficient de détermination ($R^2$), qui indique le pourcentage de variabilité éliminé par le modèle, a servi à identifier les variables utiles comme indice: on a considéré arbitrairement qu'une variable indépendante était intéressante lorsque son $R^2$ était $>$ 0,45. Finalement on a présenté des équations permettant de calculer l'intervalle de confiance lorsque l'utilisation d'un indice était proposé pour prédire la densité ou la productivité.

Lorsque les statistiques de chasse étaient utilisées, seules les estimations comptant un nombre d'observations plus grand ou égal à 30 ont été retenues. De plus, lorsqu'une relation non linéraire était détectée entre deux variables, des transformations ont été effectuées aux données brutes afin d'obtenir une linéarité. Les transformations essayées furent: logarithme, inverse, racine carrée et élévation au carré.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### RELATION ENTRE LES DIVERS INDICES

#### A) Indice de densité

Les densités obtenues au cours des inventaires aériens ont montré une relation linéaire inverse avec l'effort de chasse ($R^2$ = 0,72; p = 0,0005) (Tableau 1). Ainsi toute augmentation dans l'effort de chasse correspondait à une diminution dans la densité de l'orignal. Cette relation avait déjà été observée par Crête et al. (1981). Ces auteurs ont recommandé, pour le sud-ouest du Québec, le maintien des densités aux environs de 2,6 orignaux/ /10km$^2$ pour maximiser les récoltes; afin de conserver cette densité, il

faudrait donc stabiliser l'effort de chasse moyen à 41 jours-chasseur par prise, suivant la relation obtenue ici. Cependant, Crête et al. (1981) avaient calculé une valeur moindre, soit 23 jours-chasseur/orignal, pour maintenir la même densité. La différence entre les deux estimations est probablement attribuable au fait que les données de Crête et al. (1981) provenaient, pour la moitié, de réserves fauniques alors que ce n'est pas le cas ici. La densité étant plus élevée dans les réserves fauniques, les chasseurs y sont plus sélectifs; la pente de la régression de Crête et al. (1981) a donc été probablement affectée par cette sélectivité. Par contre, les participants aux chasses contrôlées consacrent probablement plus d'heures par jour à la recherche d'orignaux, compte tenu de la brièveté de leur séjour. Pour ces deux raisons, l'équation calculée ici devrait donc être utilisée dans le cas des zones de chasse et des zones d'exploitation contrôlée, alors que l'équation de Crête et al. (1981) est probablement préférable pour les réserves fauniques.

L'examen sommaire des données de l'enquête postale de 1981 (Statbec 1984) révélait des anomalies. Pour cette série de données, aucune relation significative n'a été trouvée entre l'effort de chasse et la densité. La présence de biais importants est soupçonnée pour cette enquête et c'est pourquoi les données ont été exclues de toutes les analyses.

La récolte par 10 $km^2$ a aussi montré une relation positive étroite avec la densité ($p = 0,0002$; Tableau 1): plus les densités étaient grandes, plus les récoltes étaient élevées. Pour l'éventail de densités considérées, il y aurait donc une bonne adéquation entre la densité et la récolte; dans les zones de chasse, on peut donc considérer la récolte par 10 $km^2$ comme un indice de la densité. Toutefois, si le modèle logistique est vrai, la récolte/10 $km^2$ ne serait plus valable comme indice de la densité au-dessus de $X_{rsm}$.

TABLEAU 1 Relations significatives entre les différentes variables des inventaires aériens et du repertoire statistique.

| Variable dépendante | Variable indépendante | $R^2$ | Niveau de signification | Erreur standard de l'estimé | Ordonnée à l'origine | Pente | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A) Indice de densité | | | | | | | |
| 1/Densité | Effort | 0,72 | 0,0005 | 2,88 | -1,18 | 0,12 | 11 |
| Densité | Récolte/ 10 $km^2$ | 0,80 | 0,0002 | 0,04 | 0,04 | 0,32 | 11 |
| B) Indice de productivité | | | | | | | |
| Faons/100 fem. inv. aérien | Faons/100 femelles-récolte | 0,47 | 0,02 | 17,69 | -2,32 | 0,92 | 11 |
| % 1.5 an récolte | Faons/100 femelles-récolte | 0,35 | 0,00001 | 5,79 | 29,66 | 0,21 | 160 |
| % 1.5 an récolte | % femelles en lactation | 0,22 | 0,00001 | 6,40 | 24,51 | 0,25 | 160 |
| Faons/100 femelles récolte | % femelles en lactation | 0,24 | 0,00001 | 17,55 | 20,90 | 0,73 | 162 |
| % de 1.5 an récolte | Age moyen des femelles | 0,22 | 0,00001 | 0,62 | 6,13 | -0,05 | 144 |
| % femelles en lactation | Age moyen des femelles | 0,06 | 0,001 | 0,68 | 4,98 | -0,01 | 144 |
| Faons/100 femelles récolte | Age moyen des femelles | 0,32 | 0,00001 | 0,58 | 5,45 | -0,02 | 144 |

TABLEAU 1 suite

| Variable dépendante | Variable indépendante | $R^2$ | Niveau de signification | Erreur standard de l'estimé | Ordonnée à l'origine | Pente | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C) Indice du taux d'exploitation | | | | | | | |
| Ln (Taux exploitation) | Ln (Faons/100 fem.-récolte) | 0,57 | 0,00001 | 0,29 | -2,50 | 0,22 | 30 |
| Ln (Taux exploitation) | Ln (Femelles en lactation) | 0,49 | 0,00002 | 0,31 | -2,45 | 0,22 | 30 |
| Taux exploitation | % 1.5 an récolte | 0,13 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,004 | 29 |
| Taux exploitation | % mâles adultes-récolte | 0,23 | 0,006 | 0,07 | 0,56 | -0,007 | 30 |
| Taux exploitation | Age moyen des mâles | 0,30 | 0,002 | 0,06 | 0,49 | -0,09 | 30 |
| D) Autres Indices | | | | | | | |
| Age moyen des femelles | Age moyen des mâles | 0,13 | 0,00001 | 0,66 | 2,49 | 0,53 | 141 |
| Age moyen des femelles | Effort | 0,08 | 0,02 | 0,68 | 4,73 | -0,007 | 52 |
| Age moyen des femelles | Densité | 0,29 | 0,00116 | 0,065 | -0,11 | 0,06 | 30 |
| Age moyen des femelles | Récolte/ 10 $km^2$ | 0,18 | 0,00001 | 0,64 | 3,60 | 1,72 | 139 |
| % mâles adultes inventaire | % mâles adultes récolte | 0,29 | 0,04 | 6,55 | -2,59 | 0,63 | 11 |

TABLEAU 1 suite

| Variable dépendante | Variable indépendante | $R^2$ | Niveau de signification | Erreur standard de l'estimé | Ordonnée à l'origine | Pente | n |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % mâles inventaire | Densité | 0,42 | 0,01624 | 5,94 | 44,23 | -61,90 | 11 |
| % mâles récolte | Densité | 0,25 | 0,005 | 5,36 | 62,38 | -38,98 | 25 |
| Faons/100 fem. inv. | % mâles inventaire | 0,40 | 0,02 | 5,99 | 24,77 | 0,20 | 11 |

B) Indice de productivité

En l'absence d'inventaires aériens, la productivité peut être estimée à l'aide du nombre de faons/100 femelles dans la récolte puisqu'il existait une relation positive et significative (p=0,02) entre ces deux variables ($R^2$ = 0,47; Tableau 1). Une augmentation de la productivité s'est traduite par une augmentation du nombre de faons/100 femelles dans la récolte.

D'autres indices de productivité, moins valables, ont pu être mis en évidence en comparant les statistiques de chasse entre elles. Ainsi le pourcentage des un-an et le taux de lactation étaient en relation, non pas directement avec le nombre de faons par 100 femelles dans la population, mais avec le nombre de faons par 100 femelles dans la récolte la même année (p = 0,00001). L'utilisation de ces deux pourcentages comme indices de productivité est logique car les femelles qui ont donné naissance à des faons, les ont nécessairement allaités par la suite. De plus, lorsque la production des faons est bonne, les un-an sont généralement nombreux, car les taux de survie sont élevés après l'âge de 6 mois (données non publiées).

En plus de diminuer la densité, l'exploitation d'une population d'orignaux par la chasse a commme conséquence de raccourcir l'espérance de vie et de diminuer l'âge moyen (Bouchard et Moisan 1974). L'âge moyen des femelles a montré une relation négative significative ($p < 0,001$) avec les trois indices de productivité (Tableau 1). En général, une baisse de l'âge moyen s'est traduite par une hausse des indices de productivité. Ainsi, avec une exploitation accrue de la population, la productivité des femelles a augmenté malgré leur plus jeune âge. Cette observation est paradoxale car la productivité des un-an, qui sont nombreuses dans une population rajeunie par une forte pression de chasse, est de beaucoup moindre que celle des femelles plus âgées (données non publiées). On peut toutefois expliquer cette correspondance négative entre l'âge moyen des femelles et la productivité par des mécanismes compensatoires entre la mortalité naturelle (surtout la prédation chez les faons) et

la mortalité due à la chasse. Ainsi, à une densité plus faible, les facteurs de mortalité naturelle ont pu diminuer, de sorte que la proportion des jeunes par rapport aux femelles, ait augmenté. L'augmentation de la productivité ne correspondrait donc pas à une amélioration de la productivité des jeunes femelles, mais plutôt à une survie accrue des faons. L'âge moyen des femelles peut donc aussi servir d'indice de productivité.

C) Indices du taux d'exploitation

L'analyse statistique a révélé une relation positive entre le taux d'exploitation et les indices de productivité ($p < 0,05$; Tableau 1). Ainsi les plus grands taux de prélèvement étaient associés aux productivités les plus fortes; ces résultats, tout à fait logiques, illustrent la cohérence de nos données malgré leur imprécision fréquente.

Par ailleurs, le taux d'exploitation était lié de façon négative ($p= 0,006$) au pourcentage de mâles adultes dans la récolte. Plus le pourcentage de mâles était grand dans le tableau de chasse, plus le taux d'exploitation était faible. Le rapport des sexes dans la récolte ne peut toutefois pas servir comme indice du taux d'exploitation car la relation trouvée entre ces deux variables est le fruit d'un artéfact. En effet les saisons de chasse tenues après le pic du rut (fin de septembre, début octobre) se caractérisent par un rapport des sexes près de la parité (Crête 1982) à cause de la moins grande vulnérabilité des mâles plus tard en octobre (Crête et al. 1981). Or les saisons de chasse longues et hâtives ont été tenues surtout dans les zones nordiques où la pression de la chasse et le taux d'exploitation sont plus faibles. Plus au sud, l'accessibilité et la fréquentation étant plus grandes, les saisons de chasse ont été raccourcies et retardées en réponse à une pression croissante. En fait la relation négative trouvée entre le rapport des sexes dans la récolte et le taux d'exploitation confirme simplement la justesse du jugement des gestionnaires d'avoir raccourci et retardé les saisons de chasse là où la pression était la plus grande.

Finalement l'âge moyen des mâles était en relation négative ($p = 0,002$) avec le taux d'exploitation: plus l'âge moyen était élevé, plus faible était le taux d'exploitation. Cette relation s'explique du fait que l'espérance de vie diminue avec une exploitation accrue. Ainsi l'âge moyen des mâles pourrait servir d'indice du taux d'exploitation. Toutefois, les manipulations de durée de saison de chasse, qui agissent sur la vulnérabilité des mâles, suggèrent de la prudence vis-à-vis l'utilisation de cet indice.

D) Relations accessoires

D'autres relations ont été détectées. Elles sont présentées ici car elles peuvent fournir des informations supplémentaires aux gestionnaires de l'orignal.

L'âge moyen des femelles a montré une relation significative ($p = 0,00001$) avec celui des mâles. Ceci n'est pas surprenant puisque la chasse crée un rajeunissement dans la population, autant chez les mâles que chez les femelles. L'âge moyen des femelles était également en relation significative ($p = 0,02$) avec l'effort de chasse et la densité (Tableau 1). Les relations s'expliquent par un rajeunissement des femelles conséquent à une augmentation de l'exploitation et à une baisse de la densité. La même explication tient pour la relation trouvée entre l'âge moyen et la récolte. Plus l'exploitation est grande, plus la densité et la récolte diminuent, de sorte que l'âge moyen et la récolte varient en parallèle.

Le pourcentage de mâles dans les inventaires a montré une relation positive avec celui de la récolte ($R^2 = 0,29$; $p = 0,04$). Ces résultats sont tout à fait logiques puisque plus la proportion de mâles dans la population est élevée, plus la proportion de mâles dans la récolte risque également d'être élevée.

Deux relations viennent en contradiction avec les explications données jusqu'à maintenant, soit la relation entre d'une part les pourcentages de mâles adultes dans les inventaires et dans la récolte, et d'autre part la densité. Les deux relations étaient négatives. Ainsi les densités les plus fortes et conséquemment les récoltes les plus grandes, ont été associées aux pourcentages des mâles les plus bas. Or, Crête et al. (1981) ont recommandé de garder environ 40% de mâles adultes dans la population après la chasse afin d'obtenir un taux de productivité maximal. En fait les résultats ne contredisent pas l'objectif de garder un rapport des sexes élévé dans les populations. D'ailleurs, le nombre de faons par 100 femelles dénombrées lors des inventaires était en relation positive avec le pourcentage de mâles ($R^2$ = 0,40; p = 0,02). La relation négative observée entre le rapport des sexes dans la population et la densité est plutôt un artéfact résultant des manipulations de durée et de date d'ouverture des saisons, en réponse à la pression de chasse. Etant donné la plus grande vulnérabilité des mâles à la chasse comparativement à celle des femelles, la pression de chasse, en augmentant, occasionne un déséquilibre de plus en plus marqué du rapport des sexes en faveur des femelles. Or, parmi les données disponibles, les zones situées plus au nord (M, N, K1 et K3) étaient celles où la pression de chasse était en général faible, de sorte que le déséquilibre du rapport des sexes dans la population était le moins prononcé (Tableau 2). Ces zones du nord sont celles où la densité était la plus faible, ce qui explique la relation inverse entre le rapport des sexes et la densité. Pour les zones plus au sud, où souvent les densités sont plus élevées, la pression de chasse était généralement plus forte et les rapports des sexes plus déséquilibrés. Dans le cas du rapport des sexes dans la récolte, la plus grande proportion de mâles observés est dûe aux saisons hâtives des zones nordiques tel que discuté précédemment.

Tableau 2: Variation du pourcentage des mâles dans les inventaires aériens et dans la récolte, selon les zones et les années.

| Années | Zones | % de mâles dans la récolte | % de mâles dans la population | Pression de chasse (jour chasse/10 $km^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1976 | F3 | 60,4 | 41 | 43,9 |
| 1976 | F4 | 61,0 | 30 | 23,1 |
| 1978 | J3 | 55,9 | 22 | 40,8 |
| 1979 | J2 | 58,3 | 29 | 16,9 |
| 1980 | K1 | 63,0 | 37 | 20,3 |
| 1983 | F4 | 49,3 | 32 | 30,0 |
| 1983 | J3 | 52,1 | 36 | 38,0 |
| 1984 | J2 | 53,5 | 25 | 38,0 |
| 1984 | N | 55,1 | 37 | 22,0 |
| 1985 | K3 | 72,0 | 43 | 8,0 |
| 1985 | M | 61,8 | 45 | 22,0 |

## UTILISATION DES INDICES IMPORTANTS

### A) La densité

L'objectif de densité d'orignaux à conserver dans les terrritoires voués à une récolte soutenue maximale sera revisé périodiquement dans le plan de gestion de l'orignal. Actuellement, on peut établir provisoirement cette densité, suivant le plan tactique de l'orignal (Anonyme 1985) à: 10 orignaux/ $10km^2$ dans les zones de chasse 1 et 2; 2,6 orignaux/$10km^2$ dans les zones 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 et 18; et 0,5 orignal/$10km^2$ dans les autres zones. Les gestionnaires pourront comparer la densité réelle à cet objectif grâce aux inventaires aériens: on prévoit qu'un dénombrement aérien sera réalisé une fois tous les cinq ans, à compter de 1987, pour chaque zone de chasse importante.

De plus, les gestionnaires pourront utiliser l'effort de chasse et la récolte/$10km^2$ pour estimer la densité. Les équations qui permettent de prédire la densité et la formule pour le calcul de l'intervalle de confiance apparaissent au tableau 3; les valeurs prédites sont toutefois imprécises.

### B) La productivité

Les gestionnaires seront toujours intéressés à maximiser la fécondité des orignales et la productivité des populations. La conservation de 40 pour cent de mâles chez les orignaux d'un an et plus (Crête et al. 1981) demeure encore valable comme mesure de sécurité pour s'assurer d'une fécondation de toutes les femelles. L'inventaire aérien s'avérera le seul moyen de vérifier si le rapport des sexes est conforme à cet objectif.

Pour mesurer la fécondité des femelles et indirectement la productivité des populations, l'inventaire aérien sera encore l'outil idéal. Grâce aux observations faites en hélicoptère, on pourra déterminer le nombre de faons/100 femelles. Un rapport supérieur à 60 faons/100 femelles indique une productivité excellente, un rapport variant entre 40 et 60, une productivité moyenne, et un rapport moindre, une productivité déficiente.

Les statistiques de chasse permettent aussi d'estimer annuellement la productivité. Le nombre de faons/100 femelles dans la récolte pourra être utilisé afin de prédire le nombre de faons/100 femelles dans la population. Le tableau 3 fournit les données nécessaires pour la prédiction et son intervalle de confiance. Encore ici, les valeurs prédites sont peu précises. De plus d'autres indices moins valables de la productivité pourront être considérés, sans toutefois servir à prédire le nombre de faons/100 femelles dans la population: il s'agit du pourcentage des un-an, du taux de lactation et de l'âge moyen des femelles. On pourra comparer ces indices aux valeurs moyennes annuelles.

Tableau 3: Régressions pour prédire la densité de l'orignal (orignaux/km$^2$) et le nombre de faons par 100 femelles dans la population en hiver, à partir de statistiques de chasse et de l'activité des chasseurs. Aussi, équation pour le calcul de l'intervalle de confiance des valeurs prédites.

| Equation $y = m x + b$ | Paramètre pour la variable indépendante $s_e^2$ | n | $\bar{x}$ | $\sum(x_i - \bar{x})^2$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{1}{\text{densité}} = 0{,}12$ effort $- 1{,}18$ | 8,29 | 11 | 77,1 | 12918 |
| densité = 0,32 récolte/10km$^2$ + 0,04 | 0,0016 | 11 | 0,37 | 0,461 |
| Faons/100 (inventaire) = 0,92 faons/100 (récolte) $- 2{,}3$ | 312,9 | 11 | 53,5 | 2965 |

Calcul de l'intervalle de confiance[a]

$$s_{\hat{y}}^2 = s_e^2 \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \right]$$

Intervalle de confiance = $s_{\hat{y}} \times t$

$x_p$ = Valeur de la variable indépendante (effort, récolte, faon/100 femelles) au point de prédiction.

$t$ = valeur du t de Student, selon la table, à $\alpha$,n-2.

$y_p$ = valeur prédite

[a] d'après Neter et Wasserman (1974)

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'inventaire aérien s'avérera, au cours de la prochaine décennie, l'outil le plus précis pour poser un diagnostic sur la gestion de l'orignal au Québec. Toutefois suivant le programme d'inventaire actuellement proposé, chaque zone de chasse ne sera couverte qu'à tous les cinq ans. De plus, l'objectif de précision pour les estimations de populations sera de l'ordre de plus ou moins 20 pour cent de la moyenne seulement ($\alpha$= 0,10). Aussi les gestionnaires continueront à dépendre en partie des statistiques de chasse pour poser un diagnostic sur l'état des populations d'orignaux. L'analyse de ces statistiques a permis d'identifier deux indices de la densité (l'effort de chasse et la récolte par 10 $km^2$) et quatre indices de la productivité (le nombre de faons par 100 femelles, le pourcentage des un-an, le taux de lactation des femelles en âge de se reproduire et l'âge moyen des femelles). Bien que ces indices soient passablement imprécis, leurs tendances, sur plusieurs années, aideront sûrement les gestionnaires à prendre des décisions éclairées. Pour ces raisons, nous recommandons:

1- la continuation du programme de la fiche du gros gibier, comprenant la cueillette d'information biologique sur les animaux récoltés à la chasse, dans le but de calculer les indices de densité et de productivité.
2- la continuation de la tenue d'enquêtes postales bi-ou tri-annuelles pour mesurer l'activité des chasseurs, en particulier l'effort de chasse.
3- l'acceptation du plan quinquennal d'inventaire aérien proposé pour l'hiver 1987 et les suivants, pour estimer périodiquement la densité et la productivité.

## REMERCIEMENTS

Nous désirons remercier F. Goudreault, A. Lachapelle, F. Potvin et M.-H. Roy qui ont aimablement apporté leurs commentaires à une version préliminaire de ce rapport.

ANONYME. 1985. Plan tactique-Orignal, Min. Loisir Chasse Pêche, Dir. Gén. de la faune. 57 pp.

BABCOCK, W.H., J.F. KIMBALL, J.A. RENSEL, et M.L. WOLFE. 1982. Management alternatives for Utah moose. Alces 18:235-257.

BOUCHARD, R., et G. MOISAN. 1974. Chasse contrôlée à l'orignal dans les parcs et réserves du Québec (1962-1972). Nat. Can 101:689-704.

BERTRAND, P. 1985. Résumé des résultats de l'inventaire aérien de l'orignal dans une partie de la zone 18 (ancienne zone M), hiver 1984-1985. In M.-H. Roy (ed.), compte rendu du troisième atelier sur le gros gibier tenu à Duchesnay du 29 avril au 2 mai 1985, MLCP: pp. 182-183.

BRASSARD, C. 1978. Inventaire aérien de la zone J3, du 12 au 16 janvier 1978. In DUCHESNEAU, F. et C. GAUTHIER (ed.), compte rendu du quatrième atelier sur l'exploitation de l'orignal tenu à Rouyn-Noranda les 28-29 et 30 nomvembre 1978. Direction générale de la faune #12: pp. 80-91.

BRASSARD, C. 1979. Inventaire aérien de la zone J2. In BOUCHER, G. et A. LACHAPELLE. (ed.), compte rendu du cinquième atelier sur l'exploitation de l'orignal tenu à Rimouski les 24, 25 et 26 avril 1979. Direction générale de la faune MLCP: pp. 107-125.

CAUGHLEY, G. 1976. Wildlife management and the dynamics of ungulate population. In T.H. COAKER (ed.), Applied Biology, Vol. 1, Academic press, London.

CRÊTE, M. 1976. Expérimentation d'une technique nouvelle d'inventaire aérien de l'orignal dans les zones de chasse F3 et F4. Serv. de l'Amén. de la Faune. 27pp.

CRETE, M., 1982. Evaluation des modifications apportées à la règlementation de la chasse à l'orignal au Québec de 1971 à 1981 et perspectives d'avenir. Alces 18: 329-356.

CRÊTE, M., 1986. The impact of sport hunting on North American moose. 2nd International Symposium on moose Ecology, Uppsala Sweden. (sous-presse).

CRÊTE, M., et R. JOLY 1981. Résultats des deux premières années d'un plan quinquennal d'inventaire aérien pour la gestion de l'orignal au Québec. Alces 17: 15-29.

CRÊTE, M., L. P. RIVEST, H. JOLICOEUR, J.-M. BRASSARD ET F. MESSIER 1986. Predicting and correcting helicopter counts of moose with observations made from fixed-wing aircraft in southern Québec. J. Appl. Ecol. (soumis).

CRÊTE, M., et D. ST-HILAIRE. 1979. L'hélicoptère et l'avion pour dénombrer les orignaux dans le sud-ouest du Québec. Nat. Can. 106: 487-495.

CRÊTE, M., R. J. TAYLOR et P.A. JORDAN. 1981. Optimization of moose harvest in southwestern Québec. J. Wildl. Manage. 45(3): 598-611.

GOUDREAULT, F., et N. LIZOTTE. 1985. Inventaire aérien de l'orignal dans la zone 17 en janvier et février 1985. MLCP. Dir. régional du Nouveau Québec.

GAUTHIER, C., et M.H. ROY. 1981. Répertoire de données sur les zones de chasse et les populations d'orignaux (1971 et 1980). Direction de la recherche faunique, MLCP. 6 pp. + 7 annexes.

IQOP. 1985. Etude sur la chasse récréative au gros gibier en 1984 par les résidents du Québec. Min. Loisir Chasse Pêche, rapp. SP 1024-11-85, 71 pp.

JEAN, D. 1984, Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de chasse N, Hiver 1983-1984. Serv. Amén. et Expl. de la Faune, MLCP. 16 pp.

LACASSE, M., et J. PELLETIER. 1979. Aspects socio-économiques de l'exploitation de l'orignal par la chasse sportive au Québec en 1978. Min. Loisir Chasse Pêche, Serv. de la recherche socio-économique. 73 pp.

LACHAPELLE, A. 1980. Inventaire de suivi de la zone de chasse K1. Serv. Amen. et Expl. de la faune, MLCP. 20 pp.

LACHAPELLE, A., et C. BRASSARD, 1983. Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de chasse J3 réalisé au cours de l'hiver 1983. Serv. de l'Amén. et Expl. de la faune, MLCP. 17 pp.

NETER, J., et W. Wasserman. 1974. Applied linear statistical models. Richard D. Irwin, Homewood, Illinois.

PELLETIER, J. et G. THERRIEN. 1977. La chasse sportive à l'orignal au Québec en 1973-1974 et en 1976-1977. Edition corrigée et résultats complémentaires. Min. Tourisme Chasse Pêche, Serv. Rech. Socio-Economique, Dir. de la Planification. 110 pp.

PELLETIER. J., et G. THERRIEN. 1978. La chasse sportive à l'orignal au Québec en 1976. Min. Tourisme Chasse et Pêche. Serv. de la recherche Socio-Economique. Dir de la Planification. 57 pp.

ROY, M.H., 1984. Compte rendu du deuxième atelier sur le gros gibier tenu à Duchesnay du 17 au 19 avril 1984. MLCP: pp. 37-55.

ROY, M.H., 1985a. Gros gibier au Québec en 1984 (Exploitation par la chasse et mortalité par des causes diverses). Direction générale de la faune, MLCP.

ROY, M.H. 1985b. Statistiques de la chasse à l'orignal, document de travail. Rapport non publié.

ST-HILAIRE, D. 1983. Inventaire aérien de l'orignal dans la zone de Chasse F4. Serv. de l'Amen. et de l'Expl. de la Faune, MLCP. 5 pp.

STATBEC. 1984. La chasse récréative au Québec en 1981. Min. Loisir Chasse Pêche. Dir. Gén. Faune. Non publié.

ANNEXE I: Evaluation de la densité au cours des inventaires et indice de la productivité.

| Année* | Zone | Type d'inventaire | Densité (Orignal/km$^2$) | Faon/100 femelles dans la récolte*** |
|---|---|---|---|---|
| 1976 | F3 | A+H** | 0,12 | 72,0 |
| 1976 | F4 | A+H | 0,12 | 38,9 |
| 1977 | D | A | 0,04 | 85,2 |
| 1977 | G | A | 0,04 | 54,2 |
| 1978 | J3 | A+H | 0,21 | 70,8 |
| 1979 | F1 | A | 0,21 | |
| 1979 | J2 | A+H | 0,29 | 40,0 |
| 1980 | K1 | A+H | 0,10 | 48,4 |
| 1981 | C | A | 0,06 | 77,6 |
| 1981 | D | A | 0,04 | 78,3 |
| 1981 | F3 | A | 0,16 | 72,9 |
| 1981 | F4 | A | 0,29 | 50,9 |
| 1981 | G | A | 0,09 | 75,0 |
| 1981 | H1 | A | 0,14 | 59,2 |
| 1981 | H2 | A | 0,16 | 54,4 |
| 1981 | J1 | A | 0,24 | 40,8 |
| 1981 | J2 | A | 0,24 | 39,0 |
| 1981 | J3 | A | 0,21 | 53,4 |
| 1981 | K1 | A | 0,11 | 70,1 |
| 1981 | K2 | A | 0,11 | 57,0 |
| 1981 | K3 | A | 0.05 | 64,3 |
| 1981 | M | A | 0,04 | 66,7 |
| 1981 | N | A | 0,04 | 69,2 |
| 1983 | D | A | 0,10 | 91,4 |
| 1983 | F4 | A+H | 0,20 | 58,9 |
| 1983 | J3 | A+H | 0,25 | 67,1 |
| 1984 | J2 | A+H | 0,19 | 23,1 |
| 1984 | H2 | A | 0,15 | 63,7 |
| 1984 | M | A | 0,09 | 54,5 |
| 1984 | N | A+H | 0,07 | 74,8 |
| 1985 | K3 | A+H | 0,05 | 36,4 |
| 1985 | M | A+H | 0,09 | 57,7 |

* Année de l'inventaire.
** A= Avion H= Hélicoptère.
*** Résultats de l'automne précédant l'inventaire.

Gouvernement du Québec
Ministère du Loisir,
de la Chasse et de la Pêche
Direction de la faune terrestre

SP 1036-03-86